

TUGAS AKHIR
KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT SERAT *HYBRID*
PADA *SKIN* DAN *CORE* BERMATRIK *POLYESTER*



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

ARGA DWI NURYAWAN
NIM : D.200.12.0034

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT HYBRID PADA SKIN DAN CORE BERMATRIK POLYESTER”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Oktober 2017

Yang menyatakan



ARGA DWI NURYAWAN

D200120034

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul **"KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT HYBRID PADA SKIN DAN CORE BERMATRIK POLYESTER"** telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : ARGA DWI NURYAWAN

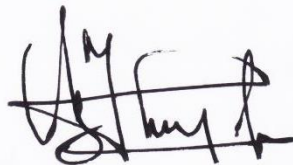
NIM : D.200.12.0034

Disetujui pada

Hari : Rabu

Tanggal : 18-10-2017

Pembimbing Utama



(Ir. Agus Hariyanto, M.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul **"KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT HYBRID PADA SKIN DAN CORE BERMATRIK POLYESTER"**, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **ARGA DWI NURYAWAN**

NIM : **D.200.12.0034**

Disetujui pada

Hari : *Jum'at*.....

Tanggal : *20 Oktober 2017*

Tim Penguji

Ketua : **Ir. Agus Hariyanto, MT.**

Anggota 1 : **Wijianto, ST.,M.Eng,Sc.**

Anggota 2 : **Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT.**


(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui,


(Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D)

Dekan

Ketua Jurusan


(Ir. Subroto, MT.)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

dengan ini :

Nama : Agus Hariyanto Ir., MT.

Pangkat/Jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Arga Dwi Nuryawan

Nomor Induk : D200120034

NIRM : -

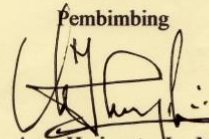
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : *KOMPOSIT SANDWICH BERPENGUAT SERAT HYBRID PADA SKIN
DAN CORE BERMATRIK POLIESTER*

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 7 Maret 2017

Pembimbing

Agus Hariyanto, Ir., MT.

Keterangan :

*)coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari urusan, kerjakan dengan sungguh-sungguh urusan yang lain”

(Al-Insyiroh : 5-7)

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”

(Al-Baqarah : 153)

“Semua manusia cerdas dengan caranya masing-masing”

(Howard Gardner, 1983)

Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan disertai do’a, kita hanya bisa berusaha semaksimal mungkin semua tergantung pada

ALLAH SWT.

(Penulis)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

- Bapak dan ibu tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akanku.
- Kakak saya yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Sahabat satu angkatan dikala senang dan susah yang telah memberikan bantuan dan semangat tiada henti dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

KOMPOSIT *SANDWICH* BERPENGUAT SERAT *HYBRID* PADA SKIN DAN CORE BERMATRIK POLYESTER

Arga Dwi Nuryawan, Agus Hariyanto

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, kartasura

E-mail : argadwinuryawan01@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ketebalan *core* dan variasi fraksi volume terhadap peningkatan kekuatan bending dan *impact* komposit *hybrid sandwich* kombinasi serat rami dan serat *E-glass* bermatrik polyester dengan kombinasi *core* serbuk kayu jati dan serbuk kayu mahoni. Mekanisme perpatahan diamati dengan foto makro.

Bahan utama penelitian adalah serbuk kayu jati dan mahoni dengan *mesh* 30, serat rami (acak), serat *E-glass* (anyam), *resin unsaturated polyester 157 BQTN*, NaOH teknis. *Hardener* yang digunakan adalah *MEKPO* dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (*press mold*). Fraksi volume (V_f) penguat komposit *hybrid sandwich* adalah 30%, 40% dan 50%. Sedangkan tebal *core* komposit *hybrid sandwich* adalah 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, dan 50 mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending dan *impack* mengacu pada standar ASTM C 393-00 dan ASTM D 6110-04. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan menahan momen bending dan kekuatan *impact* komposit *hybrid sandwich* meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume dan ketebalan pada *core*. Kekuatan momen bending komposit *hybrid sandwich* memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serbuk (V_f) 50% dengan tebal *core* 50 mm yaitu 56,69 N.mm. Kekuatan *impact* paling optimum pada fraksi volume serbuk (V_f) 50% dengan tebal *core* 50 mm yaitu 0,0876

J/mm². Tahapan pola kegagalan komposit *hybrid sandwich* adalah kegagalan tarik *skin* komposit sisi bawah, kegagalan geser *core*, delaminasi *skin* posisi atas dengan *core*, dan kegagalan tekan *skin* pada sisi atas.

Kata Kunci : *Hybrid Sandwich*, Fraksi Volume, Tebal *Core*, Pengujian Bending dan Pengujian *Impact*

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the influence of core thickness variation and variation of volume fraction to increase bending strength and impact of hybrid composite sandwich combination of E-glass and polyester glass fiber with combination of core of teak powder and mahogany powder. The fracture mechanism is observed with macro photographs.

The main ingredients of the research are teak and mahogany teak with 30 mesh, rami fiber (random), E-glass (woven) fiber, unsaturated polyester resin 157 BQTN, NaOH technical. The hardener used is MEKPO with concentration of 1%. The composite is made by press molding method. The volume fraction (V_f) of hybrid sandwich composite reinforcement is 30%, 40% and 50%. While thick cores composite sandwich is 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, and 50 mm. Specimens and bending and impact testing procedures refer to ASTM C 393-00 and ASTM D 6110-04 standards. Fault cross section is done macro photo to identify the failure pattern.

The results of this study indicate that the ability to withstand bending moments and impact strength of hybrid sandwich composites increases with the addition of volume fraction and thickness on the core. The strength of the composite hybrid sandwich bending moment has the most optimum price on the powder fraction of (V_f) 50% with core thickness of 50 mm ie 56.69 N.mm. The most optimum impact strength was on the fraction of (V_f) 50% powder volume with 50 mm thick core of 0.0876 J / mm². Stages of the hybrid sandwich composite failure pattern are the failure of the composite bottom-side composite skin, the failure of the core shear, the upper skin delamination with the core, and failure press the skin on the top side.

Keywords: *Hybrid Sandwich, Volume Fraction, Core Thickness, Testing
Bending and Testing Impact*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia- Nya yang telah terlimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini, penulis dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT,. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT. selaku Pembimbing Akademik.
5. Bapak Sunhaji yang telah senantiasa membimbing dalam mengumpulkan data dan memberi masukan dalam proses uji bending dan uji *impact*.
6. Dosen jurusan Teknik Mesin beserta Staff Tata Usaha Fakultas


Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

7. Bapak Budiawan dan Ibu Nur tercinta selaku orang tua saya yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Ferentika Eka Prastiwi S.Pd. selaku kakak tercinta yang telah memberi semangat penulis selama ini.
9. Rekan satu team Arista Maulana, dan Syukron Mudzakar yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Teman angkatan 2012 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literatur yang ada, dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaallamin.

Surakarta, 5 September 2017



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR NOTASI	xxii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan teori.....	8
2.2.1. Komposit	8
2.2.2. Faktor yang Menentukan Sifat Komposit.....	9
2.2.3. Klasifikasi Komposit	10
2.2.4. Penyusun <i>Sandwich</i>	12
2.2.5. <i>Mesh</i>	14
2.2.6. Pengujian Kadar Air Pada Serbuk Kayu.....	15
2.2.7. Partikel Komposit <i>Hybrid Sandwich</i>	16
2.2.8. Matrik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> (UPRs)	19
2.2.9. Katalis <i>Metyl Etyl Keton Peroksida</i> (MEKPO).....	20
2.2.10. <i>Adhesive</i>	21
2.2.11. Perlakuan Alkali (NaOH)	22
2.2.12. Fraksi Volume Komposit.....	23
2.2.13. Pencampuran / <i>Mixing</i> pada Serbuk Kayu	24
2.3 Pengujian yang Dilakukan.....	25
2.3.1 Pengujian Bending	25
2.3.2 Pengujian <i>Impact</i>	30
2.4 Pola Kegagalan Komposit <i>Hybrid Sandwich</i>	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	37
3.2 Studi Pustaka dan Studi Lapangan	38

3.3 Persiapan Alat dan Bahan	39
3.3.1 Peralatan Penelitian.....	39
3.3.2 Bahan Penelitian.....	47
3.4 Prosedur Penelitian	49
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan	49
3.4.2 Perlakuan Bahan Dasar.....	50
3.4.2.1 Mengayak Serbuk Kayu.....	50
3.4.2.2 Perlakuan Alkali pada Serat Rami	50
3.4.3 Pembuatan Komposit <i>Hybrid Sandwich</i>	51
3.4.4 Penyatuan Komposit <i>Hybrid Sandwich</i>	53
3.4.5 Pemotongan spesimen	54
3.4.6 Pengujian komposit <i>Hybrid Sandwich</i>	54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis dan Kekuatan Bending	61
4.1.1 Pembahasan Hasil Uji bending	65
4.2 Analisis dan Kekuatan <i>Impact</i>	67
4.2.1 Pembahasan Hasil Uji Impact	69
4.3 Analisis Pola Kegagalan Bending	70
4.4 Analisis Pola Kegagalan <i>Impact</i>	73
4.5 Pembahasan Foto Patahan	79

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	80
----------------------	----

5.2 Saran	82
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Particulate Composite</i>	10
2.2 <i>Continous fiber composite</i>	12
2.3 Struktur Komposit <i>Sandwich</i>	22
2.4 Pengujian <i>four point bending</i> komposit <i>sandwich</i>	26
2.5 Skematik Pengujian <i>Impact</i>	32
2.6 Ilustrasi Spesimen <i>Impak</i>	33
2.7 Geometri Spesimen Uji <i>Impact</i>	34
2.8 Mode Kegagalan Uji Bending.....	35
2.9 Gagal Delaminasi Komposit <i>Sandwich</i>	36
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	38
3.2 Timbangan Digital	39
3.3 Alat <i>Screening</i> (pengayak)	40
3.4 Kaca (<i>mold</i>).....	40
3.5 <i>Frame</i>	41
3.6 Alat Pengaduk.....	42
3.7 Alat Gerinda	43
3.8 Dongkrak Hidrolik.....	44
3.9 Gergaji	44
3.10 Alat Suntik Medis	45
3.11 Wood Moisture Meter.....	45
3.12 Alat Bantu Lain.....	46

3.13	Bahan Penyusun Komposit <i>Sandwich</i>	49
3.14	Perlakuan Alkali pada Serat Rami.....	51
3.15	Dimensi Spesimen <i>Impact Charpy</i>	56
3.16	Spesimen Uji <i>Impact Charpy</i>	57
3.17	Alat Uji <i>Impact Charpy</i>	57
3.18	Dimensi Spesimen Bending	59
3.19	Spesimen Uji Bending	59
3.20	Alat Uji bending	59
3.21	Camera DSLR Cannon	60
4.1	Grafik Momen Bending vs Tebal <i>Core</i>	62
4.2	Grafik Tegangan Bending vs Tebal <i>Core</i>	63
4.3	Grafik <i>Facing Bending</i> vs Tebal <i>Core</i>	63
4.4	Grafik <i>Core Shear Stress</i> vs Tebal <i>Core</i>	64
4.5	Grafik Modulus Elastisitas vs Tebal <i>Core</i>	64
4.6	Grafik Kekakuan Bending vs Tebal <i>Core</i>	65
4.7	Grafik Energi Serap vs Tebal <i>Core</i>	68
4.8	Grafik Harga <i>Impact</i> vs Tebal <i>Core</i>	68
4.9	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume 30%.....	70
4.10	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume 40%.....	71
4.11	Contoh Patahan Spesimen Uji Bending pada Fraksi Volume 50%.....	72

4.12	Contoh Patahan Spesimen Uji <i>Impact</i> pada Fraksi	
	Volume 30%.....	74
4.13	Contoh Patahan Spesimen Uji <i>Impact</i> pada Fraksi	
	Volume 40%.....	76
4.14	Contoh Patahan Spesimen Uji <i>Impact</i> pada Fraksi	
	Volume 50%.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Ukuran Mesh.....	15
2.2 Karakteristik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> 157 BQTN- EX	20
3.1 Bahan yang Digunakan dalam penelitian.....	47
4.1 Hasil Analisis Data Pengujian Bending pada Fraksi Volume 30%.....	61
4.2 Hasil Analisis Data Pengujian Bending pada Fraksi Volume 40%.....	61
4.3 Hasil Analisis Data Pengujian Bending pada Fraksi Volume 50%.....	62
4.4 Hasil Uji <i>Impact</i> pada Fraksi Volume 30%	67
4.5 Hasil Uji <i>Impact</i> pada Fraksi Volume 40%	67
4.6 Hasil Uji <i>Impact</i> pada Fraksi Volume 50%	67

DAFTAR NOTASI

E	= Modulus Elastisitas
E_{serap}	= Energi Yang Terserap
I_s	= Kekuatan Impak
L	= Jarak antara tumpuan
P	= Beban Tekan
V_c	= Volume Komposit
V_f	= Fraksi Volume
ρ	= Densitas
σ	= Tegangan
ΔL	= Deformasi / pemanjangan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Pengujian Bending, dan *Impact*

Lampiran 2. *Annual Book of ASTM*

Lampiran 3. Data Hasil Pengujian Bending, dan *Impact*

Lampiran 4. Analisis Perhitungan Pengujian Bending, dan *Impak*

Lampiran 5. *Properties* Serbuk Kayu, Rami, Fiber dan Poliester

Lampiran 6. Analisis Perhitungan Fraksi Volume

Lampiran 7. Konversi Satuan